

**CLIPPEDIMAGE= JP408062245A**  
**PAT-NO: JP408062245A**  
**DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08062245 A**  
**TITLE: ELECTROSTATIC SERVO TYPE**  
**ACCELERATION SENSOR**

**PUBN-DATE: March 8, 1996**

**INVENTOR-INFORMATION:**  
**NAME**  
**NONOYAMA, HAYASHI**  
**WATANABE, TAKAMOTO**

**ASSIGNEE-INFORMATION:**  
**NAME**  
**NIPPONDENSO CO LTD**

<b>COUNTRY</b>
<b>N/A</b>

**APPL-NO: JP06198143**  
**APPL-DATE: August 23, 1994**

**INT-CL\_(IPC): G01P015/125**

**ABSTRACT:**  
**PURPOSE: To provide an electrostatic servo type**  
**acceleration sensor of which**

sensitivity and offset can be easily adjusted electronically.

**CONSTITUTION:** A mass part 13 is supported by beams 121-124 whose respective one edges are connected to respective anchors 111-114 protruding on a substrate, thin-piece shaped movable electrodes 21a-23b protrude from the mass part 13, and fixed electrodes 31a-33d are provided on both sides of the movable electrodes 21a-23b, thus constituting an electrostatic servo type acceleration sensor. A first voltage  $V_g$  is supplied to the movable electrodes 21a-23b, one of a first voltage  $V_g$ , a second voltage  $+V_r$ , and a third voltage  $-V_r$  is selected by selection switches 41a-43d and is fed to each of the fixed electrodes 31a-33d, and the area between the movable electrode and the fixed electrode where electrostatic force operates is variably adjusted by the switches 41a-43d, thus adjusting sensitivity and offset.

**COPYRIGHT: (C)1996,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-62245

(43) 公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 15/125

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-198143

(22) 出願日 平成6年(1994)8月23日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 野々山 林

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 渡辺 高元

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

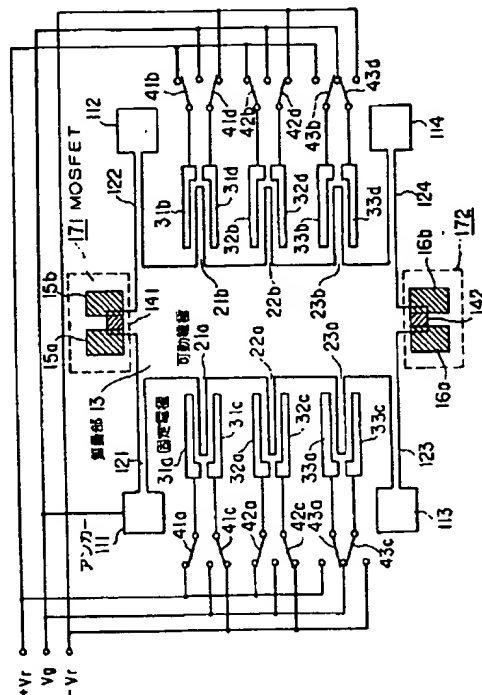
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 静電サーボ式の加速度センサ

(57) 【要約】

【目的】この発明は、感度やオフセットが電子的に簡単に調整できるようにした静電サーボ式の加速度センサを提供することを目的としている。

【構成】基板上に突設したアンカー111～114に一端を結合した梁121～124によって質量部13が支持され、この質量部13に細片状の可動電極21a～23bが突設され、これら可動電極21a～23bの両側には固定電極31a～33dが配設されて、静電サーボ式の加速度センサが構成される。可動電極21a～23bには第1の電圧 $V_g$ が供給され、固定電極31a～33dそれぞれには、第1の電圧 $V_g$ 、第2の電圧 $+V_r$ 、第3の電圧 $-V_r$ の1つが、切り換えスイッチ41a～43dで選択されて給電され、このスイッチ41a～43dで静電電力が作用する可動電極と固定電極との面積が可変調整され、感度やオフセットが調整される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 変位自在に支持された質量部と、この質量部に一体的に設けられた可動電極と、この可動電極に相反する変位方向にそれぞれ近接して設定された固定電極対とを備えたセンサ機構において、前記固定電極対を構成する固定電極にそれぞれ電圧を印加する電圧源が、異なる電圧値に切り換え制御されるようにしたことを特徴とする静電サーボ式の加速度センサ。

【請求項2】 前記可動電極には第1の電圧源を接続すると共に、前記固定電極対を構成する固定電極には、前記第1の電圧源もしくはこの第1の電圧源とは異なる電圧値が設定される第2あるいは第3の電圧源が選択的に接続されるようにした請求項1記載の静電サーボ式の加速度センサ。

【請求項3】 前記可動電極には第1の電圧源を接続すると共に、前記固定電極対を構成する固定電極には、切り換えスイッチによって選択された前記第1の電圧源、この第1の電圧源とは異なる電圧値が設定される第2もしくは第3の電圧源の1つが接続されるようにした請求項1記載の静電サーボ式の加速度センサ。

【請求項4】 前記可動電極には第1の電圧源を接続すると共に、前記固定電極対を構成する固定電極それぞれには第2あるいは第3の電圧源が接続されるもので、この第2および第3の電圧源はD/A変換手段によって構成されるようにした請求項1記載の静電サーボ式の加速度センサ。

【請求項5】 前記質量部に対しては複数の細片状の可動電極が一体的に突設形成され、これらの複数の可動電極のそれぞれ両側に近接して前記固定電極対を構成する固定電極がそれぞれ設定されるもので、その可動電極と固定電極対の各組み合わせにあっては、可動電極の側面と固定電極対を構成する各固定電極との対向面積が異ならせて設定できるように、可動電極もしくは固定電極の形状を調整するようにした請求項1記載の静電サーボ式の加速度センサ。

【請求項6】 前記固定電極の前記可動電極に対向する部分の長さが、2のべき乗に重み付けされて異ならせて設定されるようにした請求項5記載の静電サーボ式の加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば回転角センサや静電サーボ式のアクチュエータ装置に好適な、可動電極に対して近接して固定電極対を設定し、この固定電極対から可動電極に対して加速度に応じて静電気力を作動させるようにした静電サーボ式の加速度センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体基板の表面マイクロ加工技術を応

用した、半導体加速度センサや静電アクチュエータが開発されているもので、例えば特公平4-504003号公報に開示されるような加速度センサが知られている。このような加速度センサにあっては、精密な製造プロセスによって、センサを構成するようになるコンデンサや回路素子をモノリシックに形成しているものであるが、素子のばらつきや形状の設計値からの誤差を完全に無くするとはできない。

【0003】したがって、このような誤差分を修正するために、感度やオフセットの調整をする必要があり、このために製造工程においてトリミングを行っている。このトリミングの方法としては、例えば薄膜抵抗体の抵抗値をレーザで調整するような方法が一般的である。しかし、このようなトリミング方法では多くの時間を要するばかりでなく、専用の設備が必要となる。

【0004】図4は、従来から知られている静電容量型の静電サーボ式加速度センサの構成を示すもので、図示しない半導体等の基板面上に突設して、例えば4辺形の各頂点に位置して4個のアンカー111～114を形成し、この各アンカー111～114それぞれに一端が支持されるようにして支持部材を構成する梁121～124を設定する。そして、この梁121～124それぞれによって4つの角部が支持されるようにして、基板面から浮かせるようにした長方形の質量部13が設定される。アンカー111～114、梁121～124、さらに質量部13は、例えばポリシリコン部材から一体的に切り出して構成されるようになるもので、質量部13は作用する加速度によって変位自在に支持されている。

【0005】長方形の質量部13には、その対向する長辺部から側方に突設されるようにして、複数の細片状に形成した可動電極21a、21b、22a、22b、23a、23bが一体的に形成されている。そして、これら可動電極21a～23bそれぞれの一方の側面に近接して、基板上に固定的に形成される固定電極31a、31b、32a、32b、33a、33bが配設され、さらに可動電極21a～23bのそれぞれ他方の側面に近接して、固定電極31a、31b、32a、32b、33a、33bそれぞれと対とされる固定電極31c、31d、32c、32d、33c、33dが配設されている。すなわち、複数の可動電極21a～23bそれぞれの両側に位置して、それぞれ固定電極対が配設されるように構成される。

【0006】この様に質量部13に一体的に設けられた可動電極21a～23bそれぞれには、質量部13を支える1つのアンカー111を介して、電圧値Vgの第1の電源部が接続され、可動電極21a～23bが共に第1の電圧Vgに設定されるようにする。さらに、これらの可動電極21a～23bそれぞれの一方の側面に近接設定される固定電極31a、31b、32a、32b、33a、33bは、電圧値+Vrの第2の電源部に接続し、また可動電極21a～23bそれぞれの他方の側面に設定される固定電極31c、31d、32

3

c、32d、33c、33d には、電圧値 $-V_r$ の第3の電源部が接続されている。

【0007】すなわち、可動電極21a～23bそれぞれと固定電極31a、31b、32a、32b、33a、33bとの間に形成される容量と、可動電極21a～23bそれぞれと固定電極31c、31d、32c、32d、33c、33dとの間に形成される容量とで差動容量が形成され、この容量に変化によって加速度が検出される。

【0008】この様に構成される静電サーボ式の加速度センサに加速度につり合う静電気力を発生させることに  
10 により、質量部13の変位の発生を抑制しているもので、加\*

$$ma = \frac{\epsilon_0 A}{2} \left( \left( \frac{V_r - V_g}{d_1} \right)^2 - \left( \frac{V_r + V_g}{d_2} \right)^2 \right) \dots\dots (1)$$

m : 質量部の質量

a : 加速度

$\epsilon_0$  : 空気の誘電率

A : 電極面積

d1 : 可動電極と固定電極の間隔 (1)

d2 : 可動電極と固定電極の間隔 (2)

d1 = d2 = d の場合

$$ma = \frac{2\epsilon_0 A V_r \cdot V_g}{d^2} \dots\dots (2)$$

$$V_r = \frac{ma d^2}{2\epsilon_0 A V_g} \dots\dots (3)$$

【0011】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上記のような点に鑑みなされたもので、電気的な制御によって感度やオフセットが簡単に調整でき、可動電極と一体的に変位する質量部を制御する静電気力が可変設定されるようにして、トリミング等の調整を不要にして、例えば加速度検出が高精度に実行できるようにした加速度センサ等  
30 が構成できるようにした静電サーボ式の加速度センサを提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に係る静電サーボ式の加速度センサは、変位されるように支持された質量部に一体的に可動電極を設け、この可動電極に相反する変位方向にそれぞれ近接して固定電極対を設定して構成される機構において、固定電極対を構成する一対の固定電極にそれぞれ給電される電圧源が、異なる電圧値に切り換え制御されるようにしている。

【0013】例えば、可動電極に第1の電圧源を接続すると共に、固定電極対を構成する一対の固定電極には、それぞれ第1の電圧源もしくは第1の電圧源とは異なる電圧値が設定される第2あるいは第3の電圧源が選択的に接続されるようにする。また、可動電極と固定電極対の各組み合わせにあっては、可動電極の側面と固定電極対を構成する各固定電極との対向面積が異ならせて設定できるように、可動電極もしくは固定電極の形状を調整するようにしている。

【0014】

【作用】この様に構成される静電サーボ式の加速度セン  
50

4

\* 速度の検出が高精度に行われるようにしている。

【0009】この加速度センサの場合、次式で示すようになるものであり、可動電極に印加される電圧が加速度に比例するようになることから加速度検出が可能とされる。しかし、その感度を変えるには電圧 $V_r$ を変化させるか、 $V_g$ を適当な増幅率によって増幅する必要がある、このために回路素子のトリミング等による調整を行っている。

【0010】

【数1】

※サにあっては、可動電極に設定される電位に対して、この可動電極を挟むように設定された一対の固定電極にはこの可動電極の電位と等しい電位、あるいはこれとは異なる第2あるいは第3の電位が印加設定されるもので、例えば可動電極に対して電圧 $V_g$ が印加された状態で、この可動電極を挟む一対の固定電極に対して同じくこの電圧 $V_g$ が印加されるようにすると、実質的に可動電極と固定電極との電位差を生ずる対向面積が“0”となる。これに対して、可動電極の両側に位置する一対の固定電極それぞれに、電圧 $V_g$ の両側の電圧 $+V_r$ および $-V_r$ が印加設定されるようにした場合には、可動電極と固定電極との電位差を生ずる面積が最大となって、大きな静電気力が作用し、トリミングのような調整を行うことなく、感度並びにオフセットが調整できる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の一実施例を説明する。図1は静電サーボによって駆動される加速度センサを示すもので、この加速度センサの本体部は図4で示した従来例と同じようにアンカー111～114に結合された梁121～124で長方形の質量部13が変位自在に支持されている。この質量部13に対向する両縁部分には、一体的に細片状の可動電極21a、21b、22a、22b、23a、23bが突設形成され、これらの可動電極21a～23bそれぞれの一方の側面に近接して固定電極31a、31b、32a、32b、33a、33bが配設されているもので、さらに可動電極21a、21b、22a、22b、23a、23bのそれぞれ他方の側面に近接して固定電極31c、31d、32c、32d、33c、33dが配設されている。すなわ

5

ち、複数の可動電極21a～23b それぞれの両側に位置して、それぞれ固定電極対が配設されるように構成される。

【0016】ここで、質量部13にはその対向する辺部分に突設して、この質量部13と共に変位されるゲート電極141および142を突設し、このゲート電極141および142の両側に位置した基板面に、それぞれソースおよびドレインとされる拡散層15a、15b、さらに16a、16bが形成され、空気を絶縁層としたMOSFET171および172が構成されるようにしている。すなわち、質量部13が変位したときにゲート電極141および142がそれぞれソース領域およびドレイン領域に重なる量が変化し、これらソース領域とドレイン領域との間に形成されるチャネル領域が制御されて、MOSFET171および172から、質量部13の変位量に応じた出力信号が導出されるようにしている。

【0017】可動電極21a～23bのそれぞれ両側に位置する固定電極31a～33dそれぞれには、切り換えスイッチ41a～41d、42a～42d、43a～43dが設けられ、切り換えスイッチ41a～43dによって、固定電極31a～33dにそれぞれ印加される電圧が、+Vrあるいは-Vrに切り換えられるようにしているものであり、さらに可動電極21a～23bと等しい電圧Vgが選択的に切り換え印加される。

【0018】図の状態では、固定電極31a、31b、32a、32bに対して電圧+Vrが印加され、固定電極31c、31d、32c、32dに対して電圧-Vrが印加設定され、固定電極33a～33dには電圧Vgが印加されるようにしている。そしてこの電圧Vgは、アンカー111を介して質量部13に一体の可動電極21a～23bに印加されている。

【0019】この図1で示した状態では、固定電極31a、31b、32a、32bそれぞれに対して電圧+Vrが印加され、固定電極31c、31d、32c、32dそれぞれに対して電圧-Vrが印加されているものであり、また固定電極331～33dに対しては、可動電極23a、23bと同じ電圧Vgが印加設定されている。したがって、このような状態では、切り換えスイッチ43a～43dが図の状態から切り換えられて、固定電極33a、33bに電圧+Vrが印加され、固定電極33c、33dに電圧-Vrが印加設定された場合と比較して、電位差を生ずる電極面積が2/3となり、したがって作用する静電気力も2/3となる。

【0020】ここで、切り換えスイッチ41a～43dは適宜半導体スイッチ素子によって構成されるもので、これら切り換えスイッチ41a～43dの状態は、適宜記憶素子を用いることにより、出荷前にVg、+Vr、-Vrのいずれかを選択するように設定することができる。また、実際に使用するに際して、作用する加速度の大小によって、これら切り換えスイッチ41a～43dを切り換え操作して、感度が動的に変化されるようにしてもよい。

6

【0021】例えば、作用する加速度があるレベルより小さい場合には、この図の状態からさらに切り換えスイッチ41a～41dを切り換え（このスイッチの切り換えはできるだけ対称とされるようにすることが望ましい）、固定電極31a～31dに可動電極21a、21bと同じ電圧Vgが印加されるようにすると、さらに静電気力の作用する電極面積が1/3となり、前記(3)式で求められたVgは3倍になる。したがって、小さな加速度であってもVgの変化が大きくなるものであるが、ただし検出範囲は1/3となる。この場合、ゲート141、142を制御するための静電気力は、電極面積が減少した分だけVgが大きくなるため、電極面積を変化させる前後において変化しない。

【0022】図1の実施例にあっては、可動電極21a～23bにそれぞれ対向している固定電極31a～33dの長さは一定の状態としたが、図2で示すように固定電極長が2のべき乗に重み付けするようにすれば、固定電極に対する可動電極の対向面積が2のべき乗に重み付けされるため、切り換えスイッチ41a～43dの切り換えによって2のべき乗に重み付けされる。すなわち、静電気力をD/A変換したような状態とすることができ、所定の面積比とされるように電極長を調整すれば、種々の変換特性が得られる。図2において図1と同一構成部分は同一符号を付して、その説明は省略する。

【0023】図3で示す実施例にあっては、電圧+Vrおよび-Vrを設定する電圧源を、D/A変換器51および52のような可変電圧源によって構成することもできる。この様にすれば、作用される静電気力の調整が、電子的に高精度に実行できるものであり、さらに図2の実施例で示したように固定電極31a～33dを2のべき乗に重み付けをしたものとすれば、より広い範囲で静電気力の調整が行われる。図3において、図1と同一構成部分は同一符号を付して、その説明は省略する。

【0024】この実施例のようにD/A変換器51、52によって電圧源を構成することで、所定のデジタル値を設定すれば電圧±Vrが調整できるようになり、デジタル的に感度並びにオフセットの調整ができる。この場合、可動電極と固定電極との間にオフセットに対応した電圧が印加されるようにすればよい。

【0025】すなわち、デジタル的に静電気力を可変することにより、加速度センサ等のサーボ式センサの感度並びにオフセットが調整可能とされると共に、静電アクチュエータの駆動力の調整にも利用できる。また、この静電気力を可変にする手段として、このD/A変換器を用いる手段と、電極長を2のべき乗に重み付けする手段とを組み合わせるようにすることもできる。

【0026】なお、ここで述べている感度とは、1G当たりの出力電圧Vgの変化量であって、この感度を変更することは1G当たりの出力電圧Vgの変化量を所望の値とすることである。またオフセットに関しては、定常

的にオフセット量に相当する静電気力を発生することで、静電気力に逆らって可動部分を引き戻すように $V_g$ が変化するためにオフセットも調整できる。

【0027】さらに加速度検知するための可動ゲート型のMOSFETにおいて、そのゲート面積を変えることでセンサとしての感度が変化される。しかし、静電サーボ式の場合には、出力される電圧 $V_g$ は(3)式で示されるようにセンサの感度には無関係であり、したがって出力電圧 $V_g$ の感度(1G当たりの電圧の変化量)は変化しない。ただし、反応速度等には影響する。

【0028】これまでの実施例に示された加速度センサにおいて、電源の投入時において切り換えスイッチの一部もしくは全てを電圧 $V_g$ の電源側に接続し、あるいはD/A変換器の出力が可動電極と同電位とされるように、このD/A変換器に入力されるデジタル値を設定すれば、静電気力を弱められるかあるいは無くすることができ、電源投入時におけるノイズによる電極の張り付き等の誤動作を防止できる。この様な静電気力を可変する手段は、加速度センサに限らず各種の静電アクチュエータに適用することができ、同様な思想で回転角センサ等

【0029】

【発明の効果】以上のようにこの発明に係る静電サーボ式の加速度センサによれば、電気的な制御によって感度やオフセットが簡単に調整できるようにして、可動電極と一体的に変位する質量部を制御する静電気力が可変設定されるようにして、トリミング等の調整を不要にして、加速度検出が高精度に実行できるようにした加速度センサが構成できると共に、他のセンサや静電アクチュエータにも好適である。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の一実施例に係る静電サーボ式の加速度センサを説明するための構成図。

【図2】この発明の第2の実施例に係る静電サーボ式の加速度センサを説明するための構成図。

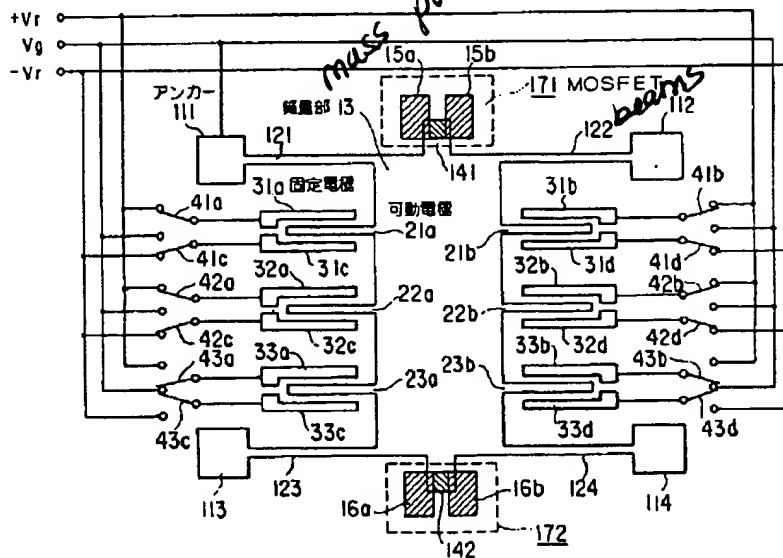
【図3】この発明の第3の実施例に係る静電サーボ式の加速度センサを説明するための構成図。

【図4】従来の加速度センサを説明する図。

【符号の説明】

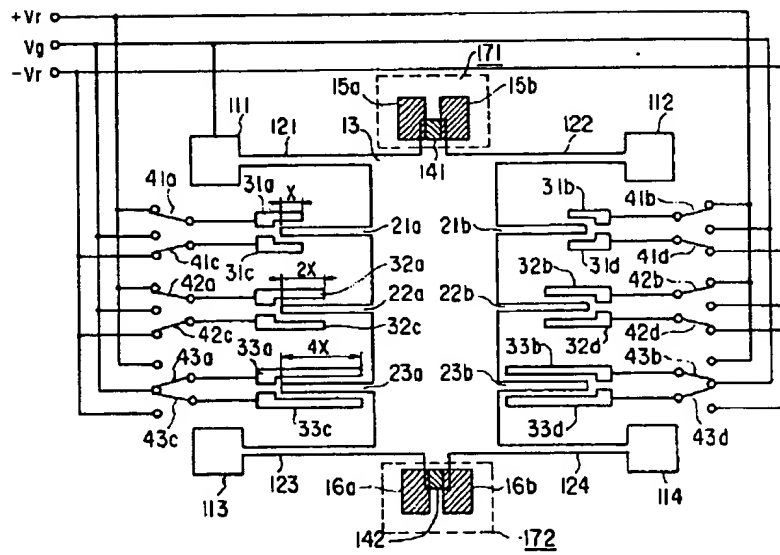
111 ~ 114 ... アンカー、121 ~ 124 ... 梁、13 ... 質量部、171、172 ... MOSFET、21a ~ 23b ... 可動電極、31a ~ 33d ... 固定電極、41a ~ 43d ... 切り換えスイッチ、51、52 ... D/A変換器。

【図1】

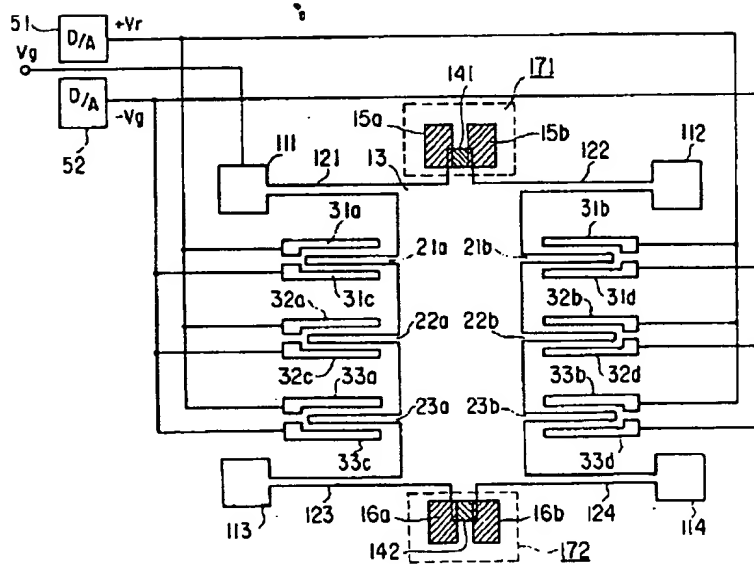




【図2】



【図3】



【図 4】

